



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADA EN EL TPM Y SU IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA METALMECÁNICA MAQUINARIAS B.F. E.I.R.L., LIMA – 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autores:

Ruben Edison Hinostroza Poma

Luis Alberto Caicedo Barrios

Asesor:

Ing. Ángelo Rubén Guevara Chávez

Lima - Perú

2021

Tabla de Contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	13
RESUMEN.....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Problemática General	15
1.1.1. Justificación	17
1.1.2. Antecedentes.....	23
1.2. Marco Teórico	27
1.3. Formulación del Problema	35
1.4. Objetivos	35
1.4.1. Objetivo general.....	35
1.4.2. Objetivos Específicos	35
1.5. Hipótesis.....	35
1.5.1. Hipótesis general	35
1.5.2. Hipótesis Específica	36
1.6. Variables	36
1.6.1. Matriz de Variable Independiente.....	37
1.6.2. Matriz de Variable Dependiente	38

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	39
2.1. Tipo de investigación	39
2.1.1. <i>Pre experimental</i>	39
2.1.2. <i>Dimensión Cronológica</i>	39
2.1.3. <i>Aspectos éticos</i>	39
2.2. Población y muestra.....	40
2.3. Materiales, instrumentos y métodos	42
2.3.1. <i>Materiales</i>	42
2.3.2. <i>Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos</i>	42
2.3.3. <i>Procedimiento</i>	46
2.3.4. <i>Consideraciones en la búsqueda de la información</i>	46
2.4. Problema en la empresa	50
2.4.1. <i>SIPOC del proceso de producción</i>	52
2.4.2. <i>Análisis y evaluación de criticidad de los equipos</i>	53
2.4.3. <i>Diagnóstico de la capacidad del proceso de producción</i>	54
2.5. Identificación de las Causas Raíces	56
2.6. Análisis de la Situación de la Empresa	62
2.7. Propuesta de Implementación	65
2.7.1. <i>Estimación de recursos basado en TPM</i>	68
2.8. Desarrollo de la Propuesta.....	77
2.8.1. <i>Propuesta basada en TPM</i>	77
2.8.2. <i>Propuesta de implementación de TPM</i>	78
CAPÍTULO III. RESULTADOS	107
3.1. Resultados Propuesta de Implementación del Proyecto Piloto	107
3.1.1. <i>Cuadro comparativo entre situación actual y propuesta de implementación</i>	108
3.1.2. <i>Cuadro comparativo variable Independiente y Dependiente</i>	109
3.1.3. <i>Cuadro comparativo económico de la situación actual y propuesta</i>	112
3.1.4. <i>Análisis Económico Financiero</i>	115

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	122
4.1. Discusión.....	122
4.1.1. Limitaciones	122
4.1.2 Implicancias	122
4.1.2. Interpretación comparativa	124
4.2. Conclusiones.....	127
REFERENCIAS.....	130
ANEXOS.....	132
ANEXO N° 1: Listado de equipos del proceso de producción.....	132
ANEXO N° 2: Reporte general del proceso de producción	133
ANEXO N° 3: Artículos encontrados por fuentes de información	136
ANEXO N° 4: Listado de citas.....	137
ANEXO N° 5: Formato Mantenimiento Autónomo.....	138
ANEXO N° 6: Catalogo de averias.....	139
ANEXO: 7 Orden de trabajo	142
ANEXO: 8 Cuadro de Información Actual y Proyectada	143

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla N° 1 - Pilares del TPM</i>	29
<i>Tabla N° 2 - Variable Independiente</i>	37
<i>Tabla N° 3 - Variable Dependiente</i>	38
<i>Tabla N° 4 Cantidad de piezas producidas en el año 2018</i>	41
<i>Tabla N° 5 - Técnicas e Instrumentos Utilizados</i>	42
<i>Tabla N° 6 - Juicio de Expertos</i>	45
<i>Tabla N° 7 - Ponderación de variables por Juicios de Expertos</i>	45
<i>Tabla N° 8 - Situación de los equipos de la empresa</i>	51
<i>Tabla N° 9 - Evaluación de Criticidad de los equipos</i>	54
<i>Tabla N° 10 – Porcentaje de averías de equipos</i>	57
<i>Tabla N° 11 - Resultado Equipos Críticos de producción</i>	62
<i>Tabla N° 12 – Resultados OEE de los Equipos Críticos de producción 2018 - 2019</i>	63
<i>Tabla N° 13 - Propuesta para eliminar causas raíces de la cabina de esmaltado</i>	65
<i>Tabla N° 14 - propuesta para eliminar causas raíces del compresor de aire</i>	66
<i>Tabla N° 15 - Propuesta para eliminar causas raíces de Prensa Hidráulica</i>	67
<i>Tabla N° 16 - Plan de Implementación basado en TPM para la cabina de esmaltado</i>	68
<i>Tabla N° 17 - Plan de Implementación basado en TPM para el compresor de aire</i>	70
<i>Tabla N° 18 - Plan de Implementación basado en TPM para la prensa hidráulica</i>	73
<i>Tabla N° 19 - Plan básico de inspección, limpieza, ajuste y lubricación</i>	81
<i>Tabla N° 20 - Cronograma de capacitación para ejecutores operarios de mantenimiento autónomo</i>	88
<i>Tabla N° 21 - Personal Planificador de Mantenimiento Preventivo</i>	91
<i>Tabla N° 22 - Cuadro Personal Coordinador de Mantenimiento</i>	93
<i>Tabla N° 23 - Cuadro Personal Coordinador de TPM</i>	94
<i>Tabla N° 24 - Cuadro comparativo de indicadores</i>	108
<i>Tabla N° 25 - Cuadro comparativo de Productividad</i>	112
<i>Tabla N° 26 - Datos Iniciales Piloto</i>	116
<i>Tabla N° 27 - Ventas proyectadas con Tolerancia 2021</i>	116

<i>Tabla N° 28 - Estado de Resultados año 2021</i>	<i>117</i>
<i>Tabla N° 29 - Flujo de caja año 2021</i>	<i>118</i>
<i>Tabla N° 30 - Indicadores Financieros año 2021</i>	<i>118</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 - Cantidad de Fallas por mes	21
Figura N° 2 - Tiempo de Maquinas Paradas	21
Figura N° 3 - Costos reparación por mes	22
Figura N° 4 Pilares del TPM que servirán de apoyo para la propuesta.	29
<i>Figura N° 5 Clasificación OEE</i>	<i>33</i>
<i>Figura N° 6 Diagrama de actividades del proceso de fabricación de bandeja Gr.....</i>	<i>43</i>
Figura N° 7 Reporte de averías por maquinaria de la metalmecánica.....	44
Figura N° 8 Cuadro de criticidad de equipo. Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia	53
Figura N° 9 Muestreo para medir la capacidad del proceso	55
Figura N° 10 Gráfica de Control – Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia	56
Figura N° 11 Gráfico de Pareto - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia.....	58
Figura N° 12 Diagrama de Ishikawa Prensa Hidráulica.....	59
Figura N° 13 Diagrama de Ishikawa Cabina de esmaltado.....	60
<i>Figura N° 14 Diagrama de Ishikawa Falla de compresor de aire</i>	<i>61</i>
Figura N° 15 MTBF años 2018 y 2019 - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia.....	64
Figura N° 16 MTTR años 2018 y 2019 - Fuente: Maquinarias B.F Eirl. Elaboración: Propia	64
Figura N° 17 Cantidad de Fallas años 2018 y 2019.....	65
Figura N° 18 Propuesta Equipo TPM.- Fuente: Elaboración Propia.....	79
Figura N° 19 Calendario de Actividades Cabina Esmaltado	83
Figura N° 20 Calendario de Actividades Prensa Hidráulica	84
Figura N° 21 Calendario de Actividades Compresor de Aire	85
Figura N° 22 Calendario de Actividades Cabina Esmaltado	86
Figura N° 23 Calendario de Actividades Prensa Hidráulica	87
Figura N° 24 Calendario de Actividades reuniones TPM	87
Figura N° 25 Implantación de Mantenimiento Autónomo	89
Figura N° 26 Programa MP Compresor de Aire	100

Figura N° 27 Programa MP Prensa Hidráulica	101
Figura N° 28 Programa MP Cabina Esmaltado.....	102
Figura N° 29 - Instructivo MP Cabina Esmaltado - Elaboración Propia	103
Figura N° 30 - Instrutivo MP Cabina Esmaltado - Elaboración Propia.....	104
Figura N° 31 Instrutivo MP Cabina Esmaltado.....	105
Figura N° 32 – Situación actual vs datos proyectados Indicador MTBF.....	109
Figura N° 33 - Situación actual vs datos proyectados Indicador MTTR	110
Figura N° 34 - Situación actual vs datos proyectados Indicador OEE	110
Figura N° 35 - Situación actual vs datos proyectados Indicador Cantidad de Fallas	111
Figura N° 36 - Situación actual vs proyección de impacto en Productividad	111
Figura N° 37 - Comparación de Producción Spool Empresa Fima 2016	124
Figura N° 38 - Comparación Variable de Mantenimiento Empresa Fameca SAC.	126
Figura N° 39 Estandarización Autónoma	149

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación N° 1 Indicador de Calidad = Producción Real – Productos defectuosos x 100%</i>	33
<i>Ecuación N° 2 Indicador Disponibilidad = Minutos Operación Efectivos x 100%</i>	33
<i>Ecuación N° 3 Indicador Performance = Producción Real x 100%</i>	33
<i>Ecuación N° 4 MTBF = Horas de OperaciónNúmero de Fallas</i>	34
<i>Ecuación N° 5 MTTR = Horas de ReparaciónNúmero de Fallas</i>	34

RESUMEN

El presente trabajo de implementación de la Gestión de Mantenimiento basada en el TPM y su impacto en la productividad de la empresa Maquinarias B.F. E.I.R.L., busca demostrar la importancia de mejorar una gestión con problemas de disponibilidad de equipos, paradas recurrentes, piezas defectuosas y bajo rendimiento, teniendo así múltiples consecuencias negativas que elevan los costos de mantenimiento y pérdidas económicas para la empresa.

El problema se identificó a través de algunas herramientas de análisis del problema; como, por ejemplo: Pareto e Ishikawa, con ello se halló las causas raíces en los tres equipos más críticos; como la prensa hidráulica, cabina de esmaltado y el compresor de aire. Estos equipos contaban con fallas de equipo y ausencia de gestión de mantenimiento planificado.

Por lo tanto, la propuesta se basa en desarrollar la implementación del TPM con sus dos pilares importantes como, el mantenimiento autónomo y el mantenimiento planificado, ambos permiten mejorar así la disponibilidad de los equipos críticos identificados. Asimismo, se demuestra que esta práctica eleva los niveles de los indicadores OEE de cada equipo lo cual se enfoca en la confiabilidad operacional al disminuir las fallas. Por ello, la propuesta del proyecto ayuda a generar un ahorro de los costos de mantenimiento y alargar la vida útil de los equipos.

Por último, el factor de productividad se verá reflejado de manera positiva luego que la implementación, sea ejecutada en un plazo de dos años posteriores.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo, Equipos Críticos, Autónomo, Fallas Recurrentes, TPM, Impacto, Productividad, manufactura, metalmecánica.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Alexis, O. U., Carlos, R. M., & Henry, I. (2013). Gestión de Mantenimiento en Pymes Industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18, 86 - 104.
- Cabral Leite, J., Reyes Carvajal, T., Fonseca-Junior, M., & Holanda-Bezerra, U. (2015). Maintenance management program through the implementation of predictive tools and TPM as a contribution to improving energy efficiency in power plants. *DYNA*, 139 -149.
- Cárcel-Carrasco, F. J. (2015). Ingeniería del mantenimiento industrial y gestión del conocimiento. Mejora en la eficiencia de las empresas. *Revista Elementos*, Vol. 5(Nº. 5), 130.
- Cautrecasas, L., & Torrel, F. (2010). TPM en un entorno Lean Management. *Profit Editorial I.*, 36.
- Cruz, S., & González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson Educación , S.A.
- Dávila Gutiérrez, R. L., & Dávalos Ayay, J. L. (2017). *PROPUESTA DE MEJORA DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADA EN EL TPM PARA EVALUAR EL EFECTO EN LA DISPONIBILIDAD DE FLOTA EN LA OPERACIÓN REMOTA SAUSACocha, DE LA EMPRESA AUTOMOTRIZ*, 2017. Trujillo.
- Delgado, J. C., Saldivia, F., & Fygueroa, S. (2014). *Sistema para la determinación de la degradación del lubricante basado en el tratamiento digital de manchas de aceite de motores diesel*. Pamplona: UIS Ingenierías.
- Díaz Concepción, A., Del Castillo Serpa, A., & Villar Ledo, L. (2017). Instrumento para evaluar el estado de la gestión de mantenimiento en plantas de bioproductos: Un caso de estudio. *Revista chilena de Ingeniería*, 9.
- Flores Torres, R. A. (2017). *Aplicación del Metodo de las 5M para determinar las 5 causas de un problema en un Taller Automotriz*. Guayaquil.
- Francisco, J. C. (2016). *DISPONIBILIDAD, INCERTIDUMBRE Y CADENA DE FALLO EN MANTENIMIENTO*.
- García Cabello, G. A. (2018). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el mantenimiento productivo total (TPM)*. Lima.
- García Sierra , J., Cárcel Carrasco , J., & Mendoza Valencia, J. (2019). IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO, APLICACIÓN A UNA INDUSTRIA TEXTIL Y SU EVOLUCIÓN EN EFICIENCIA 2. *3C Tecnología* 2, 50 - 67.

- Gonzales, J. R. (2019). *Propuesta de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Disponibilidad de los equipos en la Planta de Chancado de una unidad Minera en la Libertad*.
- González, H. L. (2009). Una herramienta de mejora, el OEE (Efectividad Global del Equipo). *Contribuciones a la Economía*, 11.
- Guerra-Lopez, E., & Alexis Montes, D. O. (2019). *Relationship between the productivity, the maintenance and the replacement in the large mining*. Medellin: Boletín De Ciencias De La Tierra.
- Hinostroza, M. A., & Geronimo, E. M. (2016). *Influencia en la disposición de Planta en la productividad de Spools de la empresa FIMA 2016*. Tesis, Lima.
- J. C., Francisco. (2015). ANÁLISIS DEL SECTOR DEL MANTENIMIENTO EN RELACIÓN A ESTUDIOS SECTORIALES. *3C Tecnología*, 174.
- Navarro, C. N., Gutierrez, A., Sarmiento, E., & Palacio, A. T. (2020). Capacidad de Proceso: Una herramienta de desición Empresarial en el armado de vallas metálicas. *Boletin de Innovación, Logística y Operaciones*, 2(1), 6.
- Olivo U. María Cristina. (2005). COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA PRÁCTICA CIENTÍFICA. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura*, XI(2), 51. Recuperado el julio-diciembre de 2005
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). *Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio*. Chile: Int. J. Morphol, 35(1):227-232,.
- P.G, M. (2019). *Nueva metodología desarrollada para la integración de Lean Manufacturing, Kaizen e ISO 31000:2009 basados en la ISO 9001:2015*. Alicante: 3C Tecnología.
- Rodríguez, M. B. (2015). La revisión sistemática de la literatura científica y la necesidad de visualizar los resultados de las investigaciones. *Logos, Ciencia & Tecnología*, 101-103.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. Sexta Edición). Mexico D.F, Mexico: MCGRAW-HILL.
- Tavares, L. A. (2014). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Pereira: Novo Polo publicacioes.
- Valdivieso, L. J. (2018). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA REDUCIR LOS COSTOS OPERATIVOS EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN DE PLATAFORMAS DE LA EMPRESA FABRICACIONES METÁLICAS CARRANZA SAC. LIMA*.